

## A foszfátműtrágyázás hatása a kék-zöld algák biológiai N-kötésének eredményességére

A kék-zöld algák /KZA/ biológiai nitrogénkötésének eredményessége a talaj tápláléktartalmától és a környezeti feltételektől függ. A rizsnek az algák bizonyos fajaival történő oltásának sikere vagy eredménytelensége annak a helynek a mikrokörnyezeti feltételeitől függ, ahová az algák bevitele történt. A *Tolypothrix tenuis* kék-zöld alga növekedése és biológiai nitrogénkötése fokozódik a növekvő mennyiségű  $P_2O_5$ -tel. Ezzel szemben a nagy  $P_2O_5$ -koncentráció depresszááló hatása és az algák P-fogyasztása között összefüggés nem volt kimutatható, bár az alga filamentumok  $P_2O_5$ -tartalma a közeg felvehető  $P_2O_5$ -tartalmával összefüggésben volt /WATANABE, 1962; EL-NAWANY et al., 1974/. Másrészt BISOVI és SINGH /1988/ kísérletet végeztek azért, hogy kimutassák a foszfor alkalmazásának hatását a beoltott és helyi KZA-k növekedésére és nitrogéntartalmára. Megállapították, hogy a 17,4 kg P/ha adag eredményezte a legnagyobb tömegű alga biomasszát és nitrogén nyereséket. Az *Aulosira* spp. növekedési rátája és N-produkciója csökkent a nagy P-adagok hatására, bár a növekedés 34,8 kg P/ha adásáig folytatódott. A foszfor hatása a helyi fajok oltóanyag-termelésére, összehasonlítva más helyről származókéval, a helyi kultúrák elsőbbségét mutatta. APP és munkatársai /1980/ kimutatták, hogy rizsszel beültetett és vízzel elárasztott tenyészedényekben a P- és Fe-adagok szignifikánsan pozitív irányban fokozták a  $N_2$ -egyensúlyt. SAHA és MANDEL /1980/ ugyancsak megállapították, hogy három  $N_2$ -kötő KZA-kultúra, mégpedig az *Aulosira fertilissima*, *Nostoc muscorum* és a kettő keveréke fokozta a rizs szem- és szalmatermését, az  $N_2$ -nek a szemekbe épülését és az alluviális kultúrájú talajok  $N_2$ -tartalmát P-műtrágyázással, karbamid  $N_2$  alkalmazása nélkül. A talajok  $N_2$ -tartalma a beoltás hatására a termés betakarítása után szignifikáns növekedést mutatott. WILSON és ALEXANDER /1979/ megállapították, hogy 10-12 elárasztott talajban a helyi algák nitrogénkötését /acetilén-redukcióval mérve/ a foszfát stimulálja. Vas adagolása fokozta az inokulált KZA-k aktivitását foszfáttal javított elárasztott talajokban pH 7,9-nél, ezzel szemben 5,5 pH-jú talajokban nem /WATANABE, 1962/.

A jelenlegi vizsgálatok célja a foszfátműtrágyázásnak különféle talajtípusokban egyrészt a biológiai nitrogénkötés hatékonyságára, másrészt különféle helyi KZA-törzsekkel történt beoltásuk után a rizs termésére kifejtett hatásának értékelése volt.

### Anyag és módszer

A talajmintákat Egyiptom különféle talajait reprezentáló helyekről gyűjtöttük be. Így szikes vályog talajt Manzalából, homoktalajt Nobariából, meszes talajt Marioutból és termékeny agyagtalajt Gizából.

A talajminták levegőn száradtak és 2 mm lyukbőségű szitán lettek átrostálva. A talajok PIPER /1950/ szerinti mechanikai és kémiai elemzésének adatai az 1. táblázatban láthatók.

Minden egyes talajból 4-4 gramm adagot 80 ml, 25, 50 és 100 ppm P-koncentrációjú  $K_2HPO_4$ -ből készült, foszfátoldatban 250 ml-es Erlenmeyer lombikokban osztottuk szét.

1. táblázat  
A talajminták mechanikai és kémiai elemzése

Hely	Agyag	Iszap	Homok	Fizikai talajféleség	pH 1:5	E.C. m.mhos/cm	Szerves anyag %	CaCO <sub>3</sub> %
	%							
Giza	39,3	25,4	26,2	agyagos vályog	7,8	0,40	2,8	2,8
El-Manzala	24,3	40,6	35,3	vályog	8,3	7,21	1,22	4,6
El-Nobaría	13,5	9,3	76,3	homok	8,1	3,68	0,36	11,3
Mariout	13,1	28,5	57,6	homokos vályog	8,3	4,72	0,56	26,8

  

Hely	Oldódó kationok me/100 g talaj				Oldódó anionok me/100 g talaj				
	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P oldható
Giza	4,1	0,12	10,2	5,5	0,0	0,8	4,2	18,0	10,1
El-Manzala	21,9	0,76	4,9	10,1	0,8	1,94	21,81	15,2	0,43
El-Nobaría	6,4	0,17	1,6	1,3	0,3	1,14	1,8	1,4	0,0
Mariout	11,5	0,11	5,6	4,6	1,1	0,4	7,7	11,0	6,12

A kontrollkezelés desztillált víz volt, nem pedig foszfátoldat. Mindegyik kezelés 1,2 atm-nál 20 percen át autoklávban sterilizálódott. Az egyes kezelések pH-ját steril 0,05 N HCl-dal pH 7,5-re állítottuk be. A kezelések ismétléseinek száma 4 volt.

A N<sub>2</sub>-kötő kék-zöld algákból - *Anabaena oryzae*, *Nostoc muscorum* - "tisza" kultúrákat készítettünk, ibolyántúli besugárzással és antibiotikus kezeléssel megtisztítva azokat a kísérő organizmusoktól. Az előzőleg elkészített lombikokba meghatározott számú alga hormogoniumot oltottunk be.

A kezelések harminc napon át inkubálódtak fénykamrában, 5000 lux fényintenzitásnál, szoba hőmérsékleten. Az inkubációs periódus után a kezeléseket Watman "44" szűrőpapíron szűrtük. A szűrlet analízisét összes nitrogénre végeztük el, míg a szűrőpapíron maradt talaj összes nitrogénre történt elemzése mikro-Kjeldahl módszerrel történt. A megkötött nitrogént az oldott és összes nitrogén mennyiségének összegéből a kontrollkezelés levonása után /EL-AYOUTY és AYYAD, 1972/ számítottuk.

Az Al-Azhar Egyetem üvegházában 1988 nyarán tenyészedény-kísérletben értékeltük a két helyi hatékony kék-zöld alga törzsnek a talaj tápláló értékét fokozó hatását, külön-külön és keverékben. Ehhez felhasználtuk mindazokat a különféle egyiptomi talajtípusokat, amelyek előzőleg a laboratóriumi kísérletekben is szerepeltek.

A 24,5 cm átmérőjű műanyag tenyészedényeket az egyes talajtípusokból 6-6 kg levegőn szárított talajjal töltöttük meg. Előzőleg a talajokat 300, 350 és 400 kg/fedden mennyiségű szuperfoszfáttal kevertük. Egyhónapos Giza 17 fajtájú rizsnövényeket, amelyek az egyiptomi talajokhoz adaptálódtak,

tenyészedényenként ötösével palántáltunk. A kísérlet elrendezésének terve faktoriális volt. Az első faktor a talajtípus, míg a második az algák illetőleg a P-műtrágyázás volt. A rizs termesztése az általános gyakorlatnak megfelelően árasztásos feltételek között történt.

A kísérlet a következő kezelésekből állt:

1. Kontroll /alga és P-műtrágyázás nélkül/,
2. Talaj szuperfoszfáttal + algákkal,
3. Talaj P nélkül, de alga oltással.

Minden kezelést négyszeres ismétlésben végeztünk. A biotrágyázás az algákkal és keverékükkel az átültetéskor azonos mennyiségű oltóanyaggal történt. Maga a kísérlet a rizsnövények teljes éréséig tartott, ekkor le-arattuk, majd 70 °C-on állandó súlyig szárítottuk azokat és megmértük száraz anyagukat. Az összes nitrogént mind a szemtermésben, mind a szalmában JACKSON /1958/ szerint mértük.

### Az eredmények megvitatása

A 2. táblázatban ismertetett eredmények azt mutatják, hogy az oldódó foszfát adása fokozta az inokulált KZA-k biológiai nitrogénkötését akár egymagukban, akár keverékben történt az alkalmazásuk. A nitrogén kötésének szignifikánsan a legnagyobb mértékű fokozódását az összes talajtípusban azonban a kevert kultúra mutatta. Az oldódó foszfát azon optimális koncentrációja, melynél a legnagyobb volt a KZA-k  $N_2$ -kötése 25 és 50 ppm között változott. Az erősen kötött talajok /Giza és El-Manzala/ esetében a KZA-oltás után nagyobb volt a nitrogénkötés, mint a másik két talajtípus /Mariout

2. táblázat

Az oldódó foszfát foszfát koncentrációinak hatása a kék-zöld algák nitrogénkötésére különböző talajokban

Talajmintázás helye	Algakezelés	Foszfátkoncentrációk /ppm/			
		0.0	25	50	100
Giza	Kontroll	13,5	13,5	13,5	13,5
	Anabaena	22,5	38,6	26,3	22,8
	Nostoc	18,5	41,6	28,5	26,5
	Anab.+Nostoc	25,1	53,1	46,3	40,6
El-Manzala	Kontroll	10,5	10,5	10,5	10,5
	Anabaena	14,9	26,0	28,6	20,6
	Nostic	18,1	24,3	31,1	22,1
	Anab.+Nostoc	18,6	37,2	41,5	31,5
El-Nobaria	Kontroll	4,6	4,6	4,6	4,6
	Anabaena	8,8	15,0	18,6	16,3
	Nostoc	6,5	11,9	15,0	17,1
	Anab.+Nostoc	9,5	18,2	20,4	23,0
Mariout	Kontroll	6,8	6,8	6,8	6,8
	Anabaena	10,5	16,1	20,3	19,0
	Nostoc	8,8	18,0	22,0	18,2
	Anab.+Nostoc	10,8	25,3	31,5	28,8
	SzD <sub>5%</sub>	3,79			
	SzD <sub>1%</sub>	5,04			

és El-Nobaria/ esetében. Másrészt a KZA-kezelés révén a legtöbb kötött nitrogén a Giza eredetű talajmintában volt, mégpedig a legkisebb /25 ppm/ P adag után, szemben a másik három talajtípussal, melyek a KZA-k maximális nitrogénkötéséhez nagyobb P-adagot /50 ppm/ igényeltek. Lehet, hogy ennek oka a Giza talajtípus nagymennyiségű natív felhasználható P-tartalma volt.

Az oltással bevitt KZA-knak a kötöttebb talajokban mutatott nagyobb légköri  $N_2$ -t kötő aktivitása azzal magyarázható, hogy a több rendelkezésre álló foszfor fokozza a foto-foszforilálást az algarendszerben, így a többi  $N_2$ -megkötését is. Ezen felül ezek a talajtípusok sokkal gazdagabbak szerves anyagban, melyek tárolóként működnek a felhasználható P-adagok fokozatos kibocsátásában az oltással bevitt KZA-növekedéséhez /ELDER et al., 1979; MAHMOUD, 1982; BISOYI és SINGH, 1988/.

A különféle vizsgált talajtípusokban az algásításnak a rizsnövény szárazanyaghozamára kifejtett hatása a 3. táblázatban látható. A közölt adatokból nyilvánvaló, hogy a KZA-oltás szignifikánsan fokozta minden helyen, főleg Gizában és El-Manzalában, a szalma- és szemtermést a kontrollhoz viszonyítva.

Ezen felül az előbb említett helyeken az algakezelés és különféle adagolású P-műtrágyázás kombinációjában erősen szignifikáns növekedés volt megfigyelhető. Ez leghangsúlyozottabban azonban a 350 kg P/feddan adag jelenlétében mutatkozott meg. Ezek az eredmények SHAHEEN /1984/ adataival megegyeznek.

Az eredmények azt is mutatják, hogy a két törzs kombinációjával történő algásítás 350 kg P/feddan kezelésnél minden vizsgált helyen fokozta a szemtermést /Giza és Manazala esetében még fokozottabban/ és ez a hatás a többi helyhez viszonyítva megközelítően kétszeres. Ez a több felhasználható foszfátnak a kék-zöld algák biológiai  $N_2$ -kötésének aktivitására kifejtett kedvezőbb hatásának tulajdonítható /ABOU-EL-FADL et al., 1967; KHADR, 1975/. A gizai és manzalai szalmatermések a nubariai és mariouti mintákkal szemben ugyancsak a legnagyobb szignifikáns növekedést mutatták a két inokulált alga + szuperfoszfát eredményeképpen. A teljes növény terméseredményei hasonlóak voltak. A 350 kg P/feddan a két alga kombinációjával adta a legnagyobb termést, és ez tűnik az optimális adagnak.

Az említett kezelésekből a rizsnövény szem- és szalmatermésének nitrogéntartalmát a 4. táblázat mutatja. Az eredmények szerint Gizában és Manzalában a szemtermés nitrogéntartalmának erős növekedése volt megfigyelhető a vizsgált két algatörzs kombinációjával történt oltás eredményeként, 350 kg/feddan foszfátműtrágya jelenlétében. Más kezelésekből, így Nobariában és Marioutban a kevert algakezelés után kisebb növekedés volt megfigyelhető. A kontrollhoz viszonyított legkisebb növekedés az említett kezelések hatására a Mariout talajban volt. Ezek az eredmények megegyeznek RELWANI és SUBRAHAMANYAN /1963/ megfigyeléseivel.

A szalma nitrogéntartalmában kiemelkedően szignifikáns növekedés volt Gizában, ezt követte Manzala, Mariout és végül Nobaria. Hasonló trend volt megfigyelhető az egész növény nitrogéntartalmánál, ez Gizánál 323,8 %-a volt a kontrollnak, míg Manzala esetében 349 %. Ezek az eredmények SINGH /1962/ és SHAHEEN /1984/ hasonló körülmények között nyert eredményeivel összhangban. Ők rámutattak arra, hogy az algásítás foszfátműtrágyázással 368 %-kal növelte a rizsnövény termését.

Végkövetkeztetésként megállapítható, hogy a rizsnövény oltása a vizsgált két alga keverékével 350 kg/feddan szuperfoszfát-műtrágyázással kombinálva a rizsnövény szem- és szalmatermésének nagymértékű szignifikáns növekedését eredményezte.

3. táblázat  
A szuperfoszfáttal kombinált algásítás hatása a rizsnövényekre, különféle típusú talajokban  
(a rizsnövény termése száraz anyagra számítva /g/tenyészedeny/)

Talajminta eredete	Foszfát koncent- ráció kg/feddan	N. calciocola			A. oryzae			N. calciocola+N.oryzae			Kontroll		
		szem- termés	szalma	egész növény	szem- termés	szalma	egész növény	szem- termés	szalma	egész növény	szem- termés	szalma	egész növény
EL-Manzala	300	16,5	15,3	31,8	17,1	16,4	33,5	20,0	19,3	39,3	8,3	7,6	15,9
	350	17,6	15,2	32,8	18,2	17,1	35,3	23,9	22,6	46,5	7,8	6,8	13,6
	400	19,1	17,7	36,8	16,2	15,0	31,2	21,8	20,5	42,3	6,6	5,9	12,5
	0	9,2	8,7	17,9	10,8	8,9	19,7	12,2	11,7	23,9	5,6	4,9	10,5
EL-Nobarja	300	11,1	10,3	21,4	8,8	7,3	16,1	10,0	8,8	18,8	3,9	3,1	7,0
	350	10,5	9,1	19,6	9,3	8,1	17,4	13,3	12,1	25,4	4,8	3,8	8,6
	400	9,2	8,4	17,6	8,2	7,3	15,5	12,2	11,1	23,3	3,0	2,8	5,8
	0	4,4	3,9	8,3	4,7	4,1	8,8	6,6	5,5	12,1	3,3	2,6	5,9
EL-Giza	300	18,5	16,8	35,3	20,1	19,3	39,4	24,4	22,2	46,6	9,6	8,5	8,1
	350	19,1	17,6	36,7	21,6	20,0	41,6	28,8	25,8	54,6	10,3	8,8	19,1
	400	17,5	15,3	32,8	18,8	16,3	35,1	22,2	20,6	42,8	8,8	7,6	16,4
	0	9,6	8,2	17,8	11,2	10,1	21,3	14,4	13,6	28,0	7,7	6,3	14,0
Mariout	300	9,1	7,9	17,0	8,9	7,2	16,1	10,0	9,2	19,2	5,2	4,4	9,6
	350	8,2	7,1	15,3	9,1	8,1	17,2	12,7	11,5	22,2	6,1	5,5	11,6
	400	6,6	5,8	12,4	7,7	6,2	13,9	9,5	8,1	17,6	4,9	3,7	8,6
	0	5,1	4,8	9,9	5,6	5,0	10,6	6,9	6,1	13,0	3,6	2,8	6,4
SZD		5 %			Egész növény			1 %			Egész növény		
		Szem	Szalma		Szem	Szalma		Szem	Szalma		Szem	Szalma	
Talajok Kezelések Kölcsönhatások		2,64	2,6		5,08		3,85	3,67		7,35			
		3,17	3,07		5,83		4,58	4,45		9,95			
		3,82	3,89		7,39		5,88	5,64		10,71			



## Összefoglalás

Előzetes laboratóriumi kísérletet végeztek azért, hogy értékeljék két helyi kék-zöld alga törzs ideális növekedését biztosító foszfát optimális adagját. Az eredmények nyilvánvalóvá tették, hogy a kék-zöld algák növekedéséhez szükséges foszfátadag 25-50 ppm között van.

Két helyi algával *Nabaena oryzae* és *Nostoc calcicola*/ beoltott rizs csíranövényekkel végzett kísérletek adatai alapján megállapítható, hogy az oltás fokozta a rizsnövény szem- és szalma szárazanyag-termését a kontrollal szemben.

A vizsgált két alga keverékével történt oltás a legnagyobb szignifikáns növekedést mutatta száraz anyagban, a rizsnövény N-felvételében és N<sub>2</sub>-tartalmában. Megállapítható volt, hogy a felvehető foszfát mennyisége egyike azon limitáló tényezőknek, amelyek a biológiai N<sub>2</sub>-kötés hatékonyságát a vizsgált kék-zöld algák esetében befolyásolják. 350 kg szuperfoszfát/feddan volt a leghatásosabb adag, amely fokozta a rizsnövények termését és N<sub>2</sub>-felvételüket.

## Irodalom

- ABOU EL-FADL, M. et al., 1967. The effect of nitrogen-fixing blue-green algae; *Tolypothrix tenuis* on the yield of paddy. J. Microbiol. U.A.R. 12/ 241-249.
- APP, A. A. et al., 1980. Nonsymbiotic nitrogen fixation associated with the rice plant in flooded soils. Soil Sci. 130. 283-289.
- BISOYI, R. N. and SINGH, P. K., 1988. Effect of phosphorus fertilization on blue-green algal inoculum production and nitrogen yield under field conditions. Biol. and Fert. of Soils. 5. 338-343.
- EL-AYOUTY, Y. E. and AYYAD, M. A., 1972. Studies on blue-green algae of the Nile Delta. Egypt. J. Bot. 15. 283-321.
- ELDER, J. F., FULLER, R. R. and HORNE, A. J., 1979. Physiochemical factors and their effects on algal growth in a new southern California reservoir. Water Resources Bulletin. 15. 1608-1617.
- EL-NAWAWY, A. S., KAMEL, R. M. and EL-FADL, M. A., 1974. Growth and nitrogen fixation by blue-green algae, *Tolypothrix tenuis*, as affected by phosphorus content of media. Acta. Agron. Acad. Sc. Sungar. 3-4. 420-423.
- JACKSON, M. J., 1958. Soil chemical analysis, Constable and CO. Agric. Exp. Mad., Wisconsin. 183-187.
- KAHDR, M. S., 1975. Studies on nitrogen fixing blue-green algae in Egyptian soils. Ph.D. Thesis, Fac. Agric. Al-Azhar Univ., Cairo, Egypt.
- MAHMOUD, A. H. H., 1982. Ecological and physiological studies on blue-green algae in Egyptian soils. Ph. D. Thesis, Fac. Agric., Al-Azhar Univ., Cairo, Egypt.
- PIPER, C. S., 1950. Soil and Plant Analysis. Interscience Publisher, Inc. New York.
- RELWANI, L. L. and SUBRUHAMANYAN, R., 1963. Role of blue-green algae, chemical nutrients, and partial soils sterilization on paddy yield. Cur. Sci. 32. 441-443.
- SAHA, K. C. and MANDAL, L. N., 1980. Effect of inoculation with nitrogen fixing blue-green algae on the population of total bacteria, *Azotobacter* and phosphate solubilizing bacteria in partial sterilized water-logged rice soil. India. J. Indian Soc. Soil Sci. 28. 375-380.
- SHAHEEN, N., 1984. Response of rice to phosphorus soil application and/or inoculation with N<sub>2</sub>-fixing blue-green algae /Egypt/. J. of Agric. Sciences. Mansoura Univ. 9. 617-626.

- SINGH, R. V., 1961. Role of blue-green algae in nitrogen economy of Indian Agriculture. Indian Council of Agric. Res., New Delhi, India.
- WATANABE, A., 1962. Effect of nitrogen-fixing blue-green algae, *Tolypothrix tenuis* on the nitrogenous fertility of paddy soil and on the crop yield of rice plants. J. Gen. Appl. Microbiol. 8. 85-91.
- WILSON, J. T. and ALEXANDER, M., 1979. Effect of soil nutrient status and pH on nitrogen-fixing algae in flooded soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 43. 936-939.

M. AZZAZY

Talajtani és Vízügyi Kutató  
Központ, Kairó /Egyiptom/

Érkezett: 1990. január 2.